

LIGHT EMITTING DIODE AND EPITAXIAL WAFER THEREFOR

Publication number: JP2004047760
Publication date: 2004-02-12
Inventor: KAKO MANABU; SHIBATA KENJI
Applicant: HITACHI CABLE
Classification:
- **International:** H01L33/00; H01L33/00; (IPC1-7): H01L33/00
- **European:**
Application number: JP20020203672 20020712
Priority number(s): JP20020203672 20020712

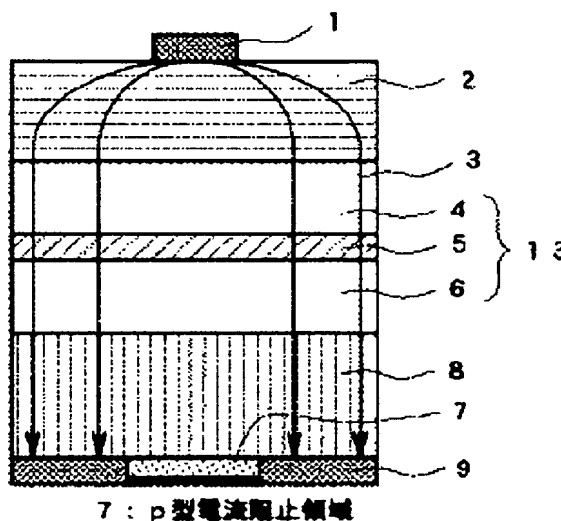
Report a data error here

Abstract of JP2004047760

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an epitaxial wafer for high-luminant light-emitting diodes and a light emitting diode structure suitable for mass production by enabling easy formation of current blocking layers.

SOLUTION: A first conductivity-type cladding layer 6, an active layer 5, a second conductivity-type cladding layer 4, and a second conductivity-type current diffusing layer 2 are epitaxially grown in this order on a first conductivity-type substrate 8. A circular or near-circular surface-side electrode 1 is arranged cyclically on the surface of the second conductivity-type current diffusing layer 2, and a rear-side electrode 9 occupying the entire rear surface or a part of the rear surface of the first conductivity type substrate 8 is cyclically arranged. A second conductivity-type or insulator-type current blocking region 7 or 10 is arranged with its center in alignment with the center of the surface-side electrode 1 in between the substrate 8 and the rear-surface electrode 9, so that power currents spread as far as the neighborhood of the chip.

COPYRIGHT: (C)2004,JPO



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-47760

(P2004-47760A)

(43) 公開日 平成16年2月12日(2004.2.12)

(51) Int.Cl.⁷
H01L 33/00F1
H01L 33/00テーマコード(参考)
5F041

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2002-203672(P2002-203672)
(22) 出願日 平成14年7月12日(2002.7.12)(71) 出願人 000005120
日立電線株式会社
東京都千代田区大手町一丁目6番1号
(74) 代理人 100116171
弁理士 川澄 茂
(72) 発明者 加古 学
東京都千代田区大手町一丁目6番1号 日
立電線株式会社内
(72) 発明者 柴田 憲治
東京都千代田区大手町一丁目6番1号 日
立電線株式会社内
Fターム(参考) 5F041 AA03 CA12 CA35 CA36 CA37
CA93 CA98 CA99 CB03 CB04

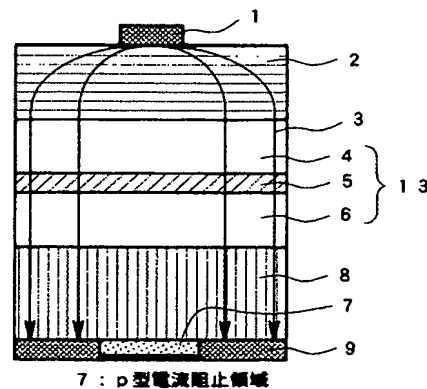
(54) 【発明の名称】 発光ダイオード用エピタキシャルウェハ及び発光ダイオード

(57) 【要約】

【課題】電流阻止領域をより簡単に形成し、量産に適する高輝度の発光ダイオード用エピタキシャルウェハ及び発光ダイオードの構造を提供すること。

【解決手段】第一導電型の基板8上に、第一導電型クラッド層6、活性層5、第二導電型クラッド層4、第二導電型電流分散層2を順次エピタキシャル成長し、その表面側に円形又はそれに近い形状の表面側電極1を、また裏面側に全面または部分電極から成る裏面側電極9を、それぞれ周期的に配設し、上記基板8と裏面側電極9との間に、表面側電極1と中心を一致させた第二導電型又は絶縁性の電流阻止領域7又は10を配設し、それによってチップ周辺部まで電流が広がるようにする。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第一導電型の基板上に、第一導電型クラッド層、活性層、第二導電型クラッド層、第二導電型電流分散層を順次エピタキシャル成長し、その表面側に円形又はそれに近い形状の表面側電極を、また裏面側に全面または部分電極から成る裏面側電極を、それぞれ周期的に配設した発光ダイオード用エピタキシャルウェハにおいて、
上記基板と上記裏面側電極との間に、上記の表面側電極と中心を一致させた第二導電型の電流阻止領域を配設したことを特徴とする発光ダイオード用エピタキシャルウェハ。

【請求項 2】

第一導電型の基板上に、第一導電型クラッド層、活性層、第二導電型クラッド層、第二導電型電流分散層を順次エピタキシャル成長し、その表面側に円形又はそれに近い形状の表面側電極を、また裏面側に全面または部分電極から成る裏面側電極を、それぞれ周期的に配設した発光ダイオード用エピタキシャルウェハにおいて、
上記基板と上記裏面側電極との間に、上記の表面電極と中心を一致させた絶縁性の電流阻止領域を配設したことを特徴とする発光ダイオード用エピタキシャルウェハ。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載の発光ダイオード用エピタキシャルウェハにおいて、
上記基板が GaAs であり、発光部を構成する上記第一導電型クラッド層、活性層及び第二導電型クラッド層が、AlGaInP または GaInP から成ることを特徴とする発光ダイオード用エピタキシャルウェハ。

【請求項 4】

請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載の発光ダイオード用エピタキシャルウェハを用いて製作したことを特徴とする発光ダイオード。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、高輝度を得ることのできる発光ダイオード用エピタキシャルウェハ及び発光ダイオードの構造に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

発光ダイオード (LED) は、その半導体の種類を選択することによりいろいろな色の光を発光することができることから、産業用や民生用の表示素子として広く用いられている。従来、高輝度の LED としては、AlGaAs の赤色 LED があった。これに対し、赤色より短波長の LED としては、GaAsP と GaP の LED があったが、輝度の低いものしか得られなかった。最近、MOVPE 法 (有機金属気相成長法) により AlGaInP や GaN の良質なエピタキシャル層の成長が可能となったことから、橙色より短波長側でも高輝度の LED が開発され、販売されるようになってきた。

【0003】

図 3 に発光波長 590nm の AlGaInP 系発光ダイオードチップの典型的な断面構造を示す。

【0004】

図 3 に示すように、従来の AlGaInP 系発光ダイオードは、n 型 GaAs 基板 28 上に、アンドープ AlGaInP 活性層 25 を、セレン又はシリコンをドーブした n 型 AlGaInP 下部クラッド層 26 と、亜鉛をドーブした p 型 AlGaInP 上部クラッド層 24 とで挟んだダブルヘテロ構造の発光領域層 (発光部) 23 を設け、この発光領域層 23 上に、亜鉛をドーブした p 型 AlGaInP 電流分散層 22 (「ウインドウ層」と呼ばれる場合もある。) を積層し、p 型電流分散層 22 の表面の一部 (通常、表面中央) に円形の表面側電極 21 を設け、n 型基板 28 の裏面全面に裏面側電極 29 を設けた構造となっている。

【0005】

10

20

30

40

50

この発光ダイオードチップの構造において、円形の表面側電極 2 1 から注入されたキャリアは、活性層 2 5 に注入され発光する。その際に、表面側電極 2 1 と活性層 2 5 の間に存在するエピタキシャル層の抵抗が高い場合には、キャリアが電極直下の部分の活性層に注入されるようになってしまう。すなわち、上部クラッド層 2 4 における電流の拡がり小さく、電極 2 1 の直下のみが発光領域となる。そうすると、その部分で発光した光は、電極に遮られて、チップから出て来なくなり、結果として発光効率を高めることができない。

【 0 0 0 6 】

そこで、図 3 に示した従来の LED では、電流分散層 2 2 として、活性層 2 5 及び上部クラッド層 2 4 よりもバンドギャップエネルギーが大きな GaAlAs 層を採用し、これを上部クラッド層 2 4 上に設けている。これにより、発光面側の電極 2 1 から注入された電流は、活性層 2 5 へ到達する前に、発光面側の電流分散層 2 2 内で拡散されることになる。

10

【 0 0 0 7 】

【 発明が解決しようとする課題 】

しかしながら、高輝度を得るために、電流分散層の膜厚を厚く成長させようとする、LED 用エピタキシャルウェハのコストが高くなるという問題がある。

【 0 0 0 8 】

詳述するに、電流が活性層全面に均一に分散するようにするためには、表面側電極 2 1 と活性層 2 5 の間のエピタキシャル層の抵抗を低くするか、そのエピタキシャル層の膜厚を厚くして電流の拡散を広げることが必要である。しかし、AlGaInP のクラッド層またはウィンドウ層では、抵抗の低いエピタキシャル層が得られないことから、GaP や AlGaAs などの他の半導体材料がウィンドウ層（電流分散層 2 2）として用いられてきた。かかる構造の場合、活性層 2 5 の電流を分散させることはできるが、それでも均一に分散させるためには、エピタキシャル層を厚く成長させる必要があり、コスト高の問題があった。また、電流分散するといっても、表面側電極 2 1 直下の電流密度が最も高く、その部分で発光した光を取り出すことができなかったため、効率低下の原因となっていた。

20

【 0 0 0 9 】

そこで、電流分散層を薄くしたままで、電極直下の発光を抑止して高輝度を得る方法として、図 4 に示すように、電流分散層 2 2 内に電流阻止領域 2 7（電流阻止部）を挿入する方法（特開平 4-229665 号公報）や、図 5 に示すように、エピタキシャル層と基板の間に電流阻止領域 2 7 を挿入する方法（特許第 1950123 号）が提案されている。

30

【 0 0 1 0 】

しかし、これらの方法では電極直下での発光を抑止できるものの、電流阻止領域をプロセス加工することにより逆メサ部ができしまったり、表面が酸化して、その後のエピタキシャル成長が難しくなるなどの問題があった。

【 0 0 1 1 】

そこで、本発明の目的は、上記課題を解決し、電流阻止領域をより簡単に形成し、量産に適する高輝度の発光ダイオード用エピタキシャルウェハ及び発光ダイオードの構造を提供することにある。

40

【 0 0 1 2 】

【 課題を解決するための手段 】

上記目的を達成するため、本発明は、次のように構成したものである。

【 0 0 1 3 】

請求項 1 の発明に係る発光ダイオード用エピタキシャルウェハは、第一導電型の基板上に、第一導電型クラッド層、活性層、第二導電型クラッド層、第二導電型電流分散層を順次エピタキシャル成長し、その表面側に円形又はそれに近い形状の表面側電極を、また裏面側に全面または部分電極から成る裏面側電極を、それぞれ周期的に配設した発光ダイオード用エピタキシャルウェハにおいて、上記基板と上記裏面側電極との間に、上記の表面側電極と中心を一致させた第二導電型の電流阻止領域を配設したことを特徴とする。

50

【0014】

請求項2の発明に係る発光ダイオード用エピタキシャルウェハは、第一導電型の基板の上に、第一導電型クラッド層、活性層、第二導電型クラッド層、第二導電型電流分散層を順次エピタキシャル成長し、その表面側に円形又はそれに近い形状の表面側電極を、また裏面側に全面または部分電極から成る裏面側電極を、それぞれ周期的に配設した発光ダイオード用エピタキシャルウェハにおいて、上記基板と上記裏面側電極との間に、上記の表面電極と中心を一致させた絶縁性の電流阻止領域を配設したことを特徴とする。

【0015】

請求項3の発明は、請求項1又は2に記載の発光ダイオード用エピタキシャルウェハにおいて、上記基板がGaAsであり、発光部を構成する上記第一導電型クラッド層、活性層及び第二導電型クラッド層が、AlGaInPまたはGaInPから成ることを特徴とする。上記電流拡散層は例えばGaP又はAlGaAsから成ることができる。

【0016】

請求項4の発明に係る発光ダイオードは、請求項1～3のいずれかに記載の発光ダイオード用エピタキシャルウェハを用いて製作したことを特徴とする。

【0017】

<発明の要点>

本発明の要点は、上記目的を達するために、基板とは異なる導電型の電流阻止領域(pn反転層)又は絶縁性の電流阻止領域(高抵抗層)を基板と裏面側電極との間に挿入し、それによってチップ周辺部まで電流が広がるようにして、発光ダイオードの輝度を向上させる構造としたことにある。基板とは異なる導電型の電流阻止領域の代表例はAlGaAs層であり、これは例えば液相エピタキシャル成長により簡単に設けることができる。また、絶縁性の電流阻止領域の代表例はSiO₂膜であり、これは例えばプラズマCVD法により形成し、そのSiO₂膜をフォトリソプロセス工程で選択エッチングすることにより簡単に設けることができる。よって量産に適する。

【0018】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施形態を図示の実施例を中心に説明する。

【0019】

<実施例その1>

本発明の第一の実施例を説明するための発光ダイオード(LED)の構造を図1に示す。

【0020】

MOVPE法によりn型GaAs基板8上に、厚さが0.5μmでキャリア濃度が $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ のn型AlGaInP下部クラッド層6、厚さが0.5μmのアンダーブレイク層5、厚さが0.5μmでキャリア濃度が $5 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ のp型AlGaInP上部クラッド層4、厚さが5μmでキャリア濃度が $2 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ のp型AlGaAs電流分散層2を順次成長した。

【0021】

これは、n型GaAs基板8上に、アンダーブレイク層5を、n型AlGaInP下部クラッド層6と、p型AlGaInP上部クラッド層4とで挟んだダブルヘテロ構造の発光領域層13(発光部)を設け、この発光領域層13上にp型AlGaAs電流分散層2を積層したAlGaInP系発光ダイオード構造となる。

【0022】

その後、裏面側に、基板8とは異なる導電型つまりpn反転層によるp型の電流阻止領域7を、表面側電極1と中心が一致するように周期的に形成した。すなわち、基板裏面側に液相エピタキシャル成長により、キャリア濃度が $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ で、厚さが0.1μmのp型AlGaAs層を形成し、フォトリソプロセス工程により、厚さ0.1μmで直径がφ200μmのp型電流阻止領域7を周期的に形成した。

【0023】

このエピタキシャルウェハに金属電極を周期的に形成した。正確には、ウェハの表面側に

、円形又はそれに近い形状の表面側電極 1 を周期的に配設すると共に、裏面側に全面または部分電極から成る裏面側電極 9 を周期的に配設した。

【 0 0 2 4 】

かくして、基板 8 と裏面側電極 9 との間に、 n 型の基板 8 とは異なる導電型である p 型の電流阻止領域 7 を、表面側電極 1 と中心を一致させて周期的に配設した。

【 0 0 2 5 】

かかる構造によれば、基板 8 と裏面側電極 9 との間に、部分的に、基板 8 とは異なる導電型の電流阻止領域 7 が挿入されているため、表面側電極 1 から裏面側電極 9 に向かう電流 3 は、図 1 中に示すように、この電流阻止領域 7 を避けるように流れることになり、それによってチップ周辺部まで電流が広がる結果、発光ダイオードの輝度が向上する。

10

【 0 0 2 6 】

上記の金属電極を形成したエピタキシャルウェハから約 $300\mu\text{m}$ 角の LED チップを製作し、その特性評価を行った。本実施例の LED チップは、電流阻止領域 7 を有しない LED チップと比較して、発光出力が約 2 割アップの 2.4mW となり、 V_f は変わらず 1.9V であった。

【 0 0 2 7 】

< 実施例その 2 >

本発明の第二の実施例を説明するための発光ダイオード (LED) の構造を図 2 に示す。

【 0 0 2 8 】

MOVPE 法により n 型 GaAs 基板 8 上に、厚さが $0.5\mu\text{m}$ でキャリア濃度が $1 \times 10^{18}\text{cm}^{-3}$ の n 型 AlGaInP 下部クラッド層 6、厚さが $0.5\mu\text{m}$ のアンドープ AlGaInP 活性層 5、厚さが $0.5\mu\text{m}$ でキャリア濃度が $5 \times 10^{17}\text{cm}^{-3}$ の p 型 AlGaInP 上部クラッド層 4、厚さが $5\mu\text{m}$ でキャリア濃度が $2 \times 10^{18}\text{cm}^{-3}$ の p 型 AlGaAs 電流分散層 2 を順次成長した。13 は発光領域層の部分を示す。

20

【 0 0 2 9 】

その後、裏面側に、表面側電極 1 と中心を一致させて絶縁性の電流阻止領域 10 を周期的に配設した。すなわち、基板裏面側に、プラズマ CVD 法により、厚さが $0.1\mu\text{m}$ の絶縁性である SiO_2 膜の形成を行い、フォトリソプロセス工程により、厚さ $0.1\mu\text{m}$ で直径が $\phi 200\mu\text{m}$ の電流阻止領域 10 を周期的に形成した。

【 0 0 3 0 】

このエピタキシャルウェハに金属電極を周期的に形成した。正確には、ウェハの表面側に、円形又はそれに近い形状の表面側電極 1 を周期的に配設すると共に、裏面側に全面または部分電極から成る裏面側電極 9 を周期的に配設した。

30

【 0 0 3 1 】

かくして、基板 8 と裏面側電極 9 との間に、絶縁性の電流阻止領域 10 を、表面側電極 1 と中心を一致させて周期的に配設した。

【 0 0 3 2 】

かかる構造によれば、基板 8 と裏面側電極 9 との間には、部分的に、絶縁性の電流阻止領域 10 が挿入されているため、表面側電極 1 から裏面側電極 9 に向かう電流 3 は、図 2 中に示すように、この電流阻止領域 10 を避けるように流れることになり、それによってチップ周辺部まで電流が広がる結果、発光ダイオードの輝度が向上する。

40

【 0 0 3 3 】

上記のエピタキシャルウェハの表裏に金属電極を周期的に形成してから、約 $300\mu\text{m}$ 角の LED チップを製作し、特性評価を行った。本実施例の LED チップは、電流阻止層を有しない LED チップと比較して、発光出力が約 2 割アップの 2.4mW となり、 V_f は変わらず 1.9V であった。

< 他の実施例、変形例 >

上記実施例 1 及び実施例 2 では、LED エピタキシャル構造を作製してから、 p 型の電流阻止領域 7 である AlGaAs 層や、絶縁性の電流阻止領域 10 である SiO_2 膜を形成したが、AlGaAs 層や SiO_2 膜を形成してから LED エピタキシャル構造を作製し

50

ても、同様の電流を阻止し拡散させる作用効果を得ることができる。

【 0 0 3 4 】

上記実施例 1 では、p 型の電流阻止領域 7 として AlGaAs 層を用いたが、他の材料系を用いても、基板とは導電性の異なる層であれば、同様の効果を得ることができる。

【 0 0 3 5 】

上記実施例 2 では、絶縁性の電流阻止領域 10 として SiO₂ 膜を用いたが、SiO₂ 膜に限られるものではなく、例えば SiN 膜などの他の絶縁性の材料や、アンドープの AlGaAs 層であっても、同様の効果を得ることができる。

【 0 0 3 6 】

上記実施例 1 では、液相エピタキシャル成長により p 型の電流阻止領域 7 である AlGaAs 層を形成し、また上記実施例 2 では、プラズマ CVD 法により形成した SiO₂ 膜をフォトリソプロセス工程により選択エッチングすることにより、絶縁性の電流阻止領域 10 である SiO₂ 膜を形成したが、これら以外の方法によって作製することもでき、これにより得られた電流阻止領域でも同様の効果を得ることができる。例えば、上記実施例 1 では、基板裏面側への p 型 AlGaAs 層を液相エピタキシャル成長により作製したが、イオンプランテーションなどの方法により、基板中に基板とは異なる導電性を示すドーパントを注入しても同様の効果が得られる。

【 0 0 3 7 】

上記実施例の場合、電流阻止領域 7 又は 10 を裏面側電極 9 の厚み内に位置させているが、裏面側電極の基板側面上に位置させることもできる。

【 0 0 3 8 】

【 発明の効果 】

以上説明したように、本発明による発光ダイオード用エピタキシャルウェハ及び発光ダイオードは、基板とは異なる導電型又は絶縁性の電流阻止領域を、基板と裏面側電極との間に挿入し、それによってチップ周辺部まで電流が広がるようにして、発光ダイオードの輝度を向上させたものである。

【 0 0 3 9 】

従って、本発明の発光ダイオードによれば、従来の LED エピタキシャル層内に電流阻止領域を設けた構造の発光ダイオードに比べ、以下の効果が得られる。

【 0 0 4 0 】

電流阻止領域は、量産性の高い液相エピタキシャル成長やプラズマ CVD 法などによる成長が可能であるので、従来の LED 構造と比較して、LED 用エピタキシャルウェハ及び LED の製造コストを大幅に下げることができる。

【 0 0 4 1 】

また、基板裏面側に電流阻止領域を形成するため、従来の LED 構造と比較して、容易に表面モホロジーが良い LED 用エピタキシャルウェハを作製することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 本発明の実施例 1 に係る発光ダイオードの構造を示す断面図である。

【 図 2 】 本発明の実施例 2 に係る発光ダイオードの構造を示す断面図である。

【 図 3 】 従来の発光ダイオードチップの外観図である。

【 図 4 】 従来の発光ダイオードの構造を示す断面図である。

【 図 5 】 従来の発光ダイオードの他の構造を示す断面図である。

【 符号の説明 】

- 1 表面側電極
- 2 p 型電流分散層
- 4 p 型 AlGaInP 上部クラッド層
- 5 アンドープ AlGaInP 活性層
- 6 n 型 AlGaInP 下部クラッド層
- 7 p 型の電流阻止領域
- 8 n 型 GaAs 基板

20

30

40

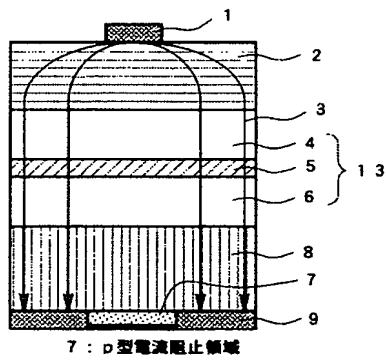
50

9 裏面側電極

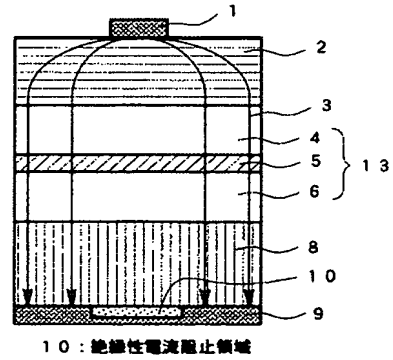
1 0 絶縁性の電流阻止領域

1 3 発光領域層

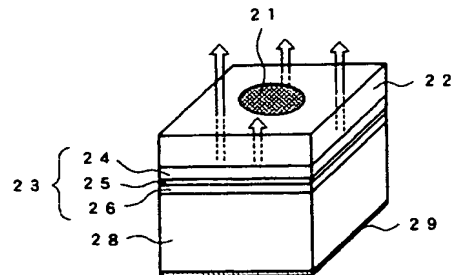
【 図 1 】



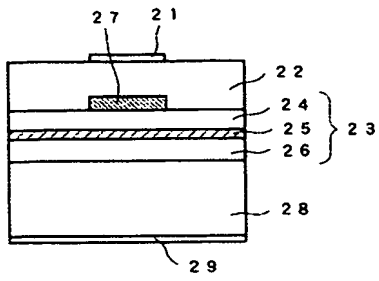
【 図 2 】



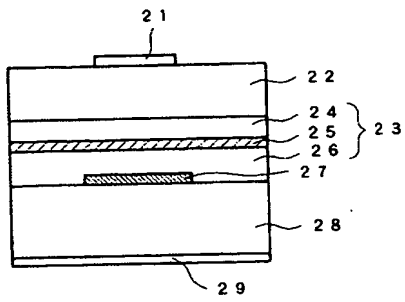
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record.**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.